

## ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ КИРОВОГРАДСКОГО РУДНОГО РАЙОНА ПО ДАННЫМ ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Природа аномалий повышенной электропроводности на глубинах до 2,5 км определяется региональными метасоматическими преобразованиями пород, ведущими к образованию рудной минерализации (уран, золото, алмазы). Впервые для Кировоградского рудного района построена 2,5 D-модель распределения значений электросопротивления до глубины 100 км по результатам одномерной инверсии данных магнитотеллурического зондирования. Создана и уточнена трехмерная геоэлектрическая модель земной коры и верхней мантии Кировоградского рудного района.

**Ключевые слова:** Кировоградский рудный район, геоэлектрические исследования, 3D геоэлектрическая модель, глубинное строение, полезные ископаемые.

### *Введение*

Наблюдаемые в земной коре природные явления обусловлены взаимодействием экзогенных и эндогенных процессов, связанных с восходящими потоками газовых и жидких флюидов от внедрившихся в кору диапиров или разогретых участков мантии. Это ведет к формированию углерод-, сульфид- и железосодержащих метасоматитов, а также к образованию рудных месторождений. Упомянутые образования имеют повышенную электропроводность. Аномалии электропроводности, как вероятные зоны проявления геодинамических процессов, являются предметом исследований при изучении условий формирования и мест локализации месторождений полезных ископаемых.

Уран, золото и редкие металлы Кировоградского рудного района (КРР) Украинского щита (УЩ) связаны с метасоматическими преобразованиями пород, ведущими к образованию электропроводящих минералов (сульфидов и графита). Для ряда месторождений урана, золота, алмазоносных и неалмазоносных даек кимберлитов геологическими исследованиями установлена рудоконтролирующая роль Кировоградской глубинной зоны разломов. Предыдущими исследованиями [Рокитянский, 1975; Баглаенко и др., 1989; Бурахович, Кулик, 1999; Логвинов, Тарасов, 2005; Азаров и др., 2006] рассматривались, в основном, вопросы глубинной геоэлектрической модели региона. С 2005-го года УкрНИМИ НАН Украины проводилось изучение КРР с помощью электромагнитных приборных комплексов отечественного производства LEM1-410 и LEM1-417. Построенная на основе новых экспериментальных данных 3D модель распределения удельного электрического сопротивления пород земной коры и верхней мантии, играет ключевую роль в понимании глубинного строения региона при изучении сложных геологических сред.

Основной целью исследований являлось изучение строения земной коры и верхней мантии КРР по данным геоэлектрических исследований и связи аномалий повышенной электропроводности с метасоматическими преобразованиями пород, обусловившими образование месторождений урана и золота.

При этом ставились задачи проведения полевого эксперимента методами магнитотеллурического зондирования (МТЗ) и магнитовариационного профилирования (МВП) с помощью современных цифровых магнитотеллурических станций, а также обработки полученного материала современным программным комплексом PRC\_MTMV; построения для Ингульского мегаблока модели (набор карт-срезов) распределения значений удельного электросопротивления по данным геоэлектрических измерений методом МТЗ; построения трехмерной геоэлектрической модели земной коры и верхней мантии для КРР; установления связи метасоматических преобразований пород, ведущих к образованию рудной минерализации и сульфидов, с аномалиями повышенной электропроводности посредством проведения полевых геоэлектрических исследований методом аудиоманнитотеллурического зондирования (АМТЗ); установления связи между аномалиями повышенной электропроводности и размещением месторождений и рудопроявлений полезных ископаемых.

Были проведены геоэлектрические исследования методами АМТЗ и МТЗ в профильном варианте. По результатам одномерной инверсии данных были построены геоэлектрические разрезы и горизонтальные срезы по глубинам, полученных в результате трансформации кривых МТЗ и АМТЗ.

При одномерной инверсии используется трансформанта Молочного-Ле Вьета [Бердичевский, Дмитриев, 1992; Бердичевский и др., 1997; Ле Вьет, Бердичевский, 1986].

Трехмерное моделирование проводилось с использованием программы Mtd3fwd Р. Маки.

На основе одномерной инверсии данных МТЗ (диапазон частот зондирования 0.00025-1 Гц) создана модель (набор карт-срезов) распределения значений электросопротивления центральной части УЩ, которую можно охарактеризовать следующим образом:

1. Выделяются существенно высокоомный Среднеприднепровский мегаблок (более 5000 Ом·м), дифференцированный по значению электросопротивления Ингульский мегаблок (от 10 до 5000 Ом·м), низкоомные Ингулецко-Криворожская и Голова-

невская шовные зоны (до 300-500 Ом·м), Причерноморская впадина (до 300 Ом·м), Кировоградская зона разломов (10-1000 Ом·м).

2. Территория между Кировоградской зоной разломов и Криворожско-Кременчугским разломом с поверхности и до глубин порядка 30 км характеризуется низкими значениями электросопротивления (от 10 до 300 Ом·м).

3. Зоны глубинных разломов (Криворожско-Кременчугский, Западно-Ингулецкий, Ингулецкий, Кировоградский, Первомайский) на геоэлектрических разрезах выделяются как низкоомные субвертикальные структуры.

4. Кировоградский рудный район на картах-срезах значений электросопротивления характеризуется низкоомной областью (менее 300 Ом·м) до глубин порядка 50 км.

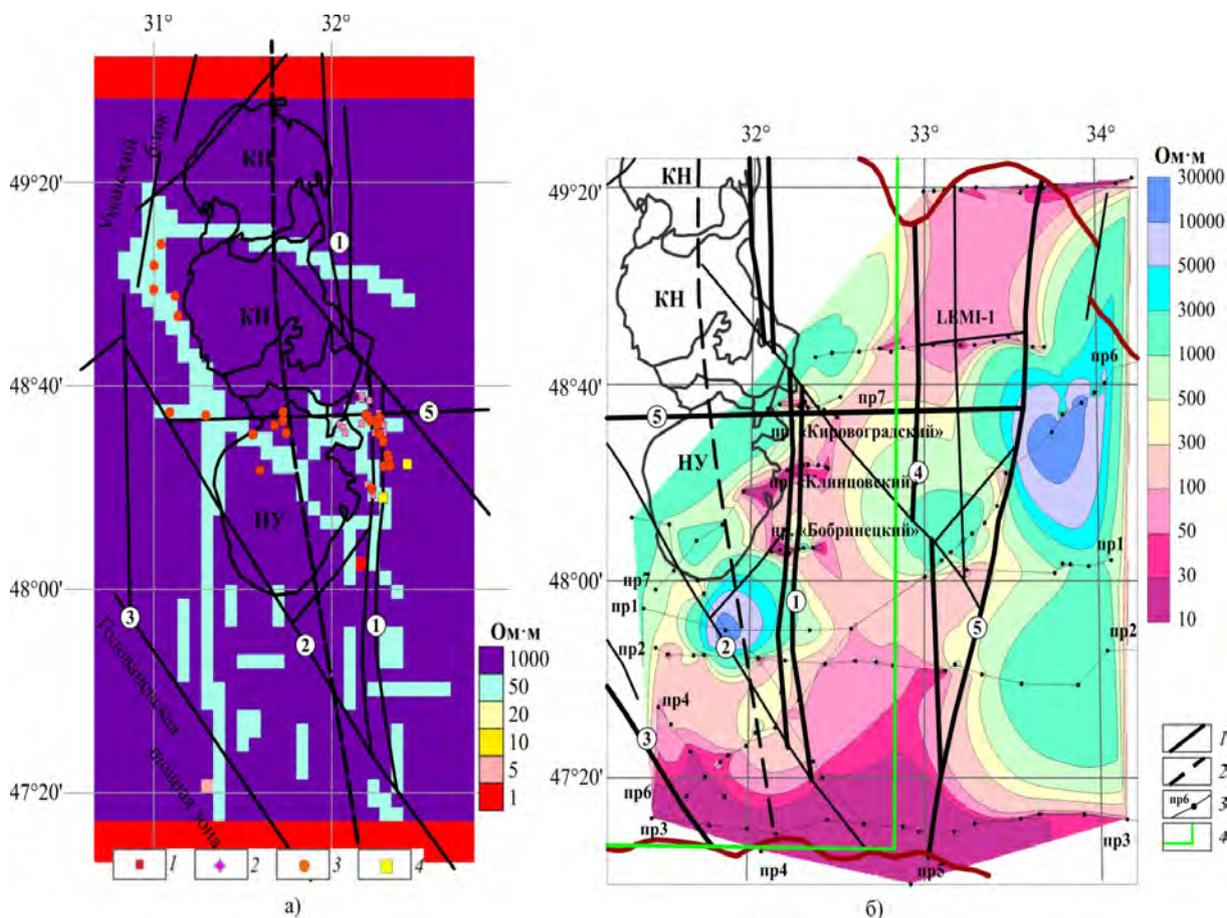
5. В пределах Кировоградского рудного района в юго-восточной части Новоукраинского массива с глубины 7 км прослеживается низкоомная аномалия (менее 100 Ом·м).

Анализ 3D модели привел к следующим выводам:

1. Распределение низкоомных геоэлектрических аномалий по данным трехмерного моделирования на интервале глубин до 2,5 км (рис. 1) контролируются сетью зон разломов, таких как Звенигородско-Братской, Субботско-Мошоринской, Смелянской, Лелековской, Конкской, Первомайской и Кировоградской.

2. В Новоукраинском гранитоидном плутоне в Кировоградском рудном районе по данным трехмерного моделирования и наблюдаемым данным МТЗ выявлена субширотная геоэлектрическая аномалия повышенной электропроводности на глубинах 5-20 км, имеющая мантийные корни на глубинах 50-120 км.

3. Чутье всего, высокая электропроводность ( $\rho = 50$  Ом·м) Кировоградской аномалии в Кировоградском рудном районе проявилась в интервале глубин 20-30 км. Ее западным ограничением является Кировоградская глубинная зона разломов.



**Рис. 1.** Распределение значений электросопротивления по данным трехмерного моделирования (а) и одномерной инверсии данных МТЗ (б) на глубинах 0,1-2,5 км

1 – разрывные нарушения; 2 – тектонический шов Херсон-Смоленск; 3 – точки МТЗ, название профиля; 4 – границы моделирования. Цифры в кружках – разломные зоны: 1 – Кировоградская, 2 – Звенигородско-Братская, 3 – Первомайская, 4 – Западно-Ингулецкая, 5 – Криворожско-Кременчугская; 5 – Субботско-Мошоринская. Полезные ископаемые: 1 – дайки кимберлитов; 2 – дайки субщелочных пикритов; месторождения: 3 – урана; 4 – золота.

**Выводы**

1. Результаты построения геоэлектрической глубинной модели указывают на:

– высокую электропроводность ( $\rho=50$  Ом·м) Кировоградской аномалии в интервале глубин 20-30 км. Ее западным ограничением является Кировоградская глубинная зона разломов;

– распределение низкоомных геоэлектрических аномалий на глубинах до 2,5 км контролируется сетью гальванически связанных региональных и локальных разломных зон центральной части УЩ, таких как: Звенигородско-Братской, Субботско-Мошоринской, Смелянской, Лелековской, Конкской, Первомайской и Кировоградской.

2. Природа аномалий повышенной электропроводности на глубинах до 2,5 км может быть обусловлена наличием ассоциации электропроводящих минералов (сульфидов, графита) в зонах метасоматической проработки пород, ведущих к образованию рудной минерализации (уран, золото, редкие металлы). Аномалии повышенной электропроводности в земной коре на глубинах 5-30 км и верхах верхней мантии 50-120 км, вероятнее всего, отражают следы воздействия современных мантийных флюидов.

**Литература**

Рокитянский И.И. Исследования аномалий электропроводности методом магнитовариационного профилирования / И. И. Рокитянский. – К. : Наук. думка, 1975. – 279 с.

Баглаенко Н.В., Варенцов И.М., Гордиенко В.В., Жданов М.С., Кулик С.Н., Логвинов И.М. Геоэлектрическая модель Кировоградской аномалии по геомагнитным данным. – Москва: ИЗМИРАН. – Препринт. – № 28 (854). – 1989. – 27 с.

Бурахович Т.К. Квазитрехмерная геоэлектрическая модель Кировоградской аномалии электропроводности / Т. К. Бурахович, С. Н. Кулик // Геофиз. журн. – 1999. – Т. 21, – № 2. – С. 120-125.

Логвинов И.М. Геоэлектрическая 2D-модель Кировоградской аномалии электропроводности / И. М. Логвинов, В. Н. Тарасов // Геофиз. журн. – 2005. – Т. 27, – № 5. – С. 754-769.

Геолого-геофизическая модель Криворожско-Кременчугской шовной зоны Украинского щита / Н.Я. Азаров, А.В. Анциферов, Е.М. Шеремет и др. – К. : Наук. думка, 2006. – 196 с.

Бердичевский М.Н. Магнитотеллурическое зондирование горизонтально однородных сред / М.Н. Бердичевский, В.И. Дмитриев. – М.: Недра, 1992. – 250 с.

Бердичевский М.Н. Анализ и интерпретация магнитотеллурических данных / М.Н. Бердичевский, В.И. Дмитриев, Д. Б. Новиков и др. – М.: Диалог-МГУ, 1997. – 161 с.

Ле Вьет Зы Хьонг. Обобщение метода Молочного-Секриеру для интерпретации магнитотеллурических зондирований / Зы Хьонг Ле Вьет, М.Н. Бердичевский // Изв. АН СССР. Сер. Физика Земли. – 1986. – № 8. – С. 100-105.

**ГЛИБИННА БУДОВА КІРОВОГРАДСЬКОГО РУДНОГО РАЙОНУ  
ЗА ДАНИМИ ГЕОЕЛЕКТРИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

**І.Ю. Ніколасв**

Природа аномалій підвищеної електропровідності на глибинах до 2,5 км визначається регіональними метасоматичними перетвореннями порід, що ведуть до утворення рудної мінералізації (уран, золото, алмази). Вперше для Кіровоградського рудного району побудована 2,5D-модель розподілу значень електроопору до глибини 100 км за результатами одномірної інверсії даних магнітотелуричного зондування. Створена та уточнена тривимірна геоелектрична модель земної кори і верхньої мантиї Кіровоградського рудного району.

**Ключові слова:** Кіровоградський рудний район, геоелектричні дослідження, 3D геоелектрична модель, глибинна будова, корисні копалини.

**DEEP STRUCTURE OF THE KIROVOGRAD ORE AREA ACCORDING  
TO GEOELECTRIC RESEARCHES**

**I.Yu. Nikolaev**

The nature of anomalies of the high electrical conductivity on depths to 2,5 km is defined by regional metasomatic transformations of the soils conducting to formation of ore salinity (uranium, gold, diamonds). For the first time for the Kirovograd ore area the 2,5D model of distribution of values of electroresistance to depth of 100 km by results of one-dimensional inversion of MTS data is constructed. The three-dimensional geoelectrical model of Earth's crust and the upper mantle of the Kirovograd ore area is constructed and specified.

**Key words:** The Kirovograd ore area, geoelectric researches, 3D geoelectric model, deep structure, minerals.